

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PAT-NO: JP407221235A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07221235 A
TITLE: SEMICONDUCTOR DEVICE
PUBN-DATE: August 18, 1995

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
YOKOYAMA, TAKAAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
SANKEN ELECTRIC CO LTD N/A

APPL-NO: JP06012452
APPL-DATE: February 4, 1994

INT-CL (IPC): H01L023/48, C22C038/00 , C22C038/08

ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent deterioration of electric characteristics for a long term, under the severe environment where thermal shock is repeatedly applied many times, by setting the coefficient of linear expansion of metal lamination member to be approximate to that of a diode chip, in a range between that of a retaining electrode and that of the diode chip.

CONSTITUTION: A metal lamination member 7 arranged between the recessed part 2a of a retaining electrode 2 and a diode chip 1 has two copper layers 10, 11 and invar 9 between the copper layers. The invar 9 is composed of 32-42% Ni and residual Fe or 28-30% Ni, 54% Fe and residual Co. The

coefficient of
linear expansion of the metal lamination member 7 is in the
range between that
of the retaining electrode 2 and that of the diode chip 1,
and more approximate
to that of the diode chip 1 than to that of the retaining
electrode 2. The
thickness of a first solder layer 8 for fixing the metal
lamination member 7 to
the retaining electrode 2 is greater than that of a second
solder layer 12
interposing between the metal lamination member 7 and the
diode chip 1, and
1.5-3 times are desirable.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-221235

(43) 公開日 平成7年(1995)8月18日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/48	F			
	V			
C 2 2 C 38/00	3 0 2 Z			
38/08				

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-12452

(22) 出願日 平成6年(1994)2月4日

(71) 出願人 000106276

サンケン電気株式会社

埼玉県新座市北野3丁目6番3号

(72) 発明者 横山 隆昭

埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内

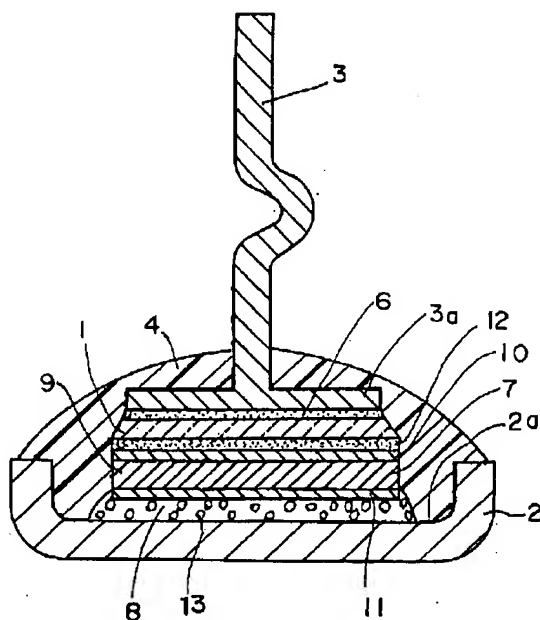
(74) 代理人 弁理士 清水 敬一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【目的】 熱衝撃が半導体装置に多数回反復して加わる厳しい環境中の半導体装置の電気的特性の低下を防止する。

【構成】 支持電極(2)の凹部(2a)とダイオードチップ(1)との間に銅-鉄合金-銅の三層構造を有する金属積層部材(7)が固着される。金属積層部材(7)の一方の主面は第1の半田層(8)によって支持電極(2)に固着され、金属積層部材(7)の他方の主面は第2の半田層(12)によってダイオードチップ(1)に固着される。鉄合金は32~42%Ni-残部Fe又は28~30%Ni-54%Fe-残部Coから成る。第1の半田層(8)の厚みは第2の半田層(12)の厚みよりも大きく、インバー(9)の厚みは隣接する1つの銅層の厚みの1.5~3倍である。金属積層部材(7)の線膨張係数は、支持電極(2)の線膨張係数とダイオードチップ(1)の線膨張係数の間であり且つダイオードチップ(1)の線膨張係数に近いので、ダイオードチップ(1)に加わる機械的応力を十分に緩和してチップ割れを防止することができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 銅を主成分とする金属により形成されかつ凹部を有する支持電極と、リード電極と、前記支持電極の凹部の底部と前記リード電極との間に接続された半導体チップとを備え、前記支持電極の凹部と前記半導体チップとの間に銅-鉄合金-銅の三層構造を有する金属積層部材が固着され、前記金属積層部材の一方の主面は第1の半田層によって前記支持電極に固着され、前記金属積層部材の他方の主面は第2の半田層によって前記半導体チップに固着された半導体装置において、前記鉄合金は32～42%Ni-残部Fe又は28～30%Ni-54%Fe-残部Coから成り、前記金属積層部材の線膨張係数は前記支持電極の線膨張係数と前記半導体チップの線膨張係数との間の値であり且つ前記半導体チップの線膨張係数に近く、前記第1の半田層の厚みは前記第2の半田層の厚みよりも大きく且つ鉄合金の厚みは隣接する1つの銅層の厚みの1.5～3倍であることを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体装置、特に反復する熱衝撃が加えられる環境中でも長期間電気的特性が変化しない半導体装置に関連する。

【0002】

【従来の技術】図2に示すように、銅製皿状の支持電極(2)とリード電極(3)のヘッダ部(3a)との間にダイオードチップ(半導体チップ)(1)を固着し、支持電極(2)内に充填した保護樹脂(4)によりダイオードチップ(1)とリード電極(3)のヘッダ部(3a)側を封止した自動車交流発電機の出力用整流ダイオードは公知である。支持電極(2)は皿状に形成された凹部(2a)を有し、ダイオードチップ(1)は支持電極(2)の凹部(2a)内に固着される。ダイオードチップ(1)は放熱板(2)に対して半田(5)により固着され、リード電極(3)のヘッダ部(3a)に対して半田(6)により固着される。リード電極(3)は、ニッケルメッキの施された棒状の銅リードである。放熱板を兼ねる支持電極(2)は銅を主成分とする金属にニッケルメッキを施した金属板から構成されている。リード電極(3)のヘッダ部(3a)側及びダイオードチップ(1)は支持電極(2)内に充填されたシリコン樹脂から成る保護樹脂(4)によって被覆される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、熱衝撃が多数反復して加わる厳しい環境の下で図2の出力用整流ダイオードを使用すると、ダイオードチップ(1)の電気的特性が低下することが判明した。これは、ヒートサイクルが反復して出力用整流ダイオードに加えられると、ダイオードチップ(1)と支持電極(2)との線膨張係数差により、ダイオードチップ(1)に大きな機械的

2

な熱応力が加わるためと考えられる。

【0004】例えば特公平3-22706号公報に示されるように、ダイオードチップ(1)と支持電極(2)との中間の線膨張係数を有する金属部材をダイオードチップ(1)と支持電極(2)との間に介在させて、ダイオードチップ(1)への熱応力を緩和する半導体装置は公知である。ダイオードチップ(1)と支持電極(2)との中間の線膨張係数を有する金属部材は、銅-インバー-銅の三層構造を備え、銅-インバー-銅の各厚みはほぼ等しい。しかしながら、前記金属部材を設ける耐熱応力構造でも電気的特性の低下が見られた。

【0005】そこで、本発明は熱衝撃が多数反復して加わる厳しい環境でも電気的特性が長期間低下しない半導体装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体装置は、銅を主成分とする金属により形成されかつ凹部を有する支持電極と、リード電極と、支持電極の凹部の底部とリード電極との間に接続された半導体チップとを備えている。支持電極の凹部と半導体チップとの間に銅-鉄合金-銅の三層構造を有する金属積層部材が固着される。金属積層部材の一方の主面は第1の半田層によって支持電極に固着され、金属積層部材の他方の主面は第2の半田層によって半導体チップに固着される。鉄合金は32～42%Ni-残部Fe又は28～30%Ni-54%Fe-残部Coからなる。この半導体装置の金属積層部材の線膨張係数は支持電極の線膨張係数と半導体チップの線膨張係数との間の値であり且つ半導体チップの線膨張係数に近い。第1の半田層の厚みは第2の半田層の厚みよりも大きく、且つ鉄合金の厚みは隣接する1つの銅層の厚みの1.5～3倍である。

【0007】

【作用】金属積層部材の線膨張係数は、支持電極の線膨張係数と半導体チップの線膨張係数の間で且つ半導体チップの線膨張係数に近いので、半導体チップに加わる機械的応力を十分に緩和してチップ割れ及び半導体チップの特性劣化を防止することができる。また、金属積層部材を支持電極に固着する半田層の厚みが金属積層部材と半導体チップの間に介在する半田層の厚みよりも大きいので、半導体チップの線膨張係数に近い線膨張係数の金属積層部材と支持電極との間の線膨張係数差に起因して発生する応力を十分に緩和できるから、第1の半田層にクラックが生じない。

【0008】

【実施例】以下、自動車交流発電機の出力整流ダイオードに適用した本発明による半導体装置の実施例を図1について説明する。図1では図2に示す箇所と同一の部分には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0009】支持電極(2)の凹部(2a)とダイオードチップ(1)との間に金属積層部材(7)が配置される。

金属積層部材(7)は第1の銅層(10)、第2の銅層(11)及び2つの銅層(10)(11)の間に配置されたインバー(9)を有する。インバー(9)は36%Ni-Feから成る合金で、 $1.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の線膨張係数を有する。インバーは36%Ni-Feの組成を有するが、本発明では、32~42%Ni-Feの範囲で実施可能である。金属積層部材(7)の一方の主面は第1の半田層(8)によって支持電極(2)に固着され、金属積層部材(7)の他方の主面は第2の半田層(12)によってダイオードチップ(1)に固着されている。金属積層部材(7)の線膨張係数は支持電極(2)の線膨張係数とダイオードチップ(1)の線膨張係数との間の値を有する。第1の半田層(8)の厚みは第2の半田層(12)の厚みよりも大きく、インバー(9)の厚みは2つの銅層(10)(11)の各々の厚みよりも大きい。金属積層部材(7)の線膨張係数はダイオードチップ(1)の線膨張係数に近い。

【0010】図1に示す実施例では、金属積層部材(7)のインバー(9)は、銅より線膨張係数が小さい。第1の銅層(10)、インバー(9)及び第2の銅層(11)の厚み比は1:2:1で、金属積層部材(7)の厚みは約200 μm であるから、第1の銅層(10)、インバー(9)及び第2の銅層(11)の厚みは、50 μm 、100 μm 及び50 μm である。

【0011】第1の半田層(8)は平均粒径約50 μm のニッケル粒(13)を含有する。粉末状のニッケル粒(13)を混合すると、第1の半田層(8)は約70 μm の厚みを確保できる。ニッケル粒(13)を含有させないと、第1の半田層(8)を安定して厚く形成することが困難である。各部の線膨張係数はそれぞれ支持電極(2)(銅): 16.8×10^{-6} 、ダイオードチップ(1): 4.2×10^{-6} 、金属積層部材(7)(Cu-インバー-Cu=1:2:1): $9.63 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である。

【0012】金属積層部材(7)の第1の銅層(10)とシリコンダイオードチップ(1)とを固着する第2の半田層(12)は、ニッケル粒を含有せず、第1の半田層(8)よりも薄い約50 μm の厚さで形成される。ダイオードチップ(1)とリード電極(3)のヘッダ部(3a)とを固着する半田層(6)の厚みは約150 μm である。第2の半田層(12)にニッケル粒(13)より小さい径のニッケル粒を含有させてもよい。但し、その厚みは第1の半田層(8)の厚みより小さい。また、半田層(6)にもニッケル粒を含有させてもよい。

【0013】金属積層部材(7)の線膨張係数は、支持電極(2)の線膨張係数とダイオードチップ(1)の線膨張係数の間で且つ支持電極(2)の線膨張係数よりもダイオードチップ(1)の線膨張係数に近い約 $9.63 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の線膨張係数を有するので、ダイオードチップ(1)に加わる機械的応力を十分に緩和してダイオード

チップ(1)の電気的特性の劣化を防止できる。また、金属積層部材(7)を支持電極(2)に固着する第1の半田層(8)の厚みが金属積層部材(7)とダイオードチップ(1)の間に介在する第2の半田層(12)の厚みよりも大きいので、ダイオードチップ(1)の線膨張係数に近い線膨張係数の金属積層部材(7)と支持電極(2)との間の線膨張係数差に起因して発生する応力が十分に緩和されるから、第1の半田層(8)にクラックが生じない。このため、熱伝導性が低下したり、電気抵抗が増加しない。

【0014】本発明の実施態様は前記の実施例に限定されず、変更が可能である。例えば、第1の半田層の厚みを安定して確保できるように、金属粒の粒径を40~100 μm の範囲にするのが望ましい。インバーの代わりに、 5.1×10^{-6} の線膨張係数を有するコバルト(Fe-29%Ni-17%Co)又は54%Fe-28~30%Ni-残部Co合金を使用してもよい。インバーは両側の銅層に対して1.5~3倍の厚さを有してもよい。金属粒はニッケル以外、例えば、銅でもよい。第1の半田層(8)の厚みは、金属積層部材(7)の厚みの1/3以上、1以下で、50~100 μm の範囲に設定するのがよい。

【0015】また、第1の半田層(8)と第2の半田層(12)との厚み比は、支持電極(2)と金属積層部材(7)の線膨張係数差と、金属積層部材(7)とダイオードチップ(1)の線膨張係数差との比に近似させて設定することが望ましい。即ち、半導体チップ(1)、金属積層部材(7)及び支持電極(2)の線膨張係数はそれぞれ 4.2×10^{-6} 、 9.63×10^{-6} 、 16.8×10^{-6} であり、支持電極(2)と金属積層部材(7)の線膨張係数差 7.2×10^{-6} と、金属積層部材(7)とダイオードチップ(1)の線膨張係数差 5.4×10^{-6} との比率にほぼ合致して、第1の半田層(8)と第2の半田層(12)の厚み比は、7:5に設定することが望ましい。

【0016】支持電極(2)の底面の3カ所以上に突起を設けて、第1の半田層(8)の厚みをかせぐようにしてもよい。図1ではダイオードチップ(1)と支持電極(2)との間に金属積層部材(7)を固着する例を示したが、半導体チップとリード電極(3)のヘッダ部(3a)との間にも金属積層部材(7)を固着してもよい。

【0017】

【発明の効果】本発明では、反復してヒートサイクルが加えられる厳しい環境でも電気的特性が長期間低下しない信頼性の高い半導体装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 自動車交流発電機の出力整流ダイオードに適用した本発明による半導体装置の実施例を示す断面図

【図2】 従来の出力整流ダイオードの断面図

【符号の説明】

(1)・・・ダイオードチップ(半導体チップ)、(2)

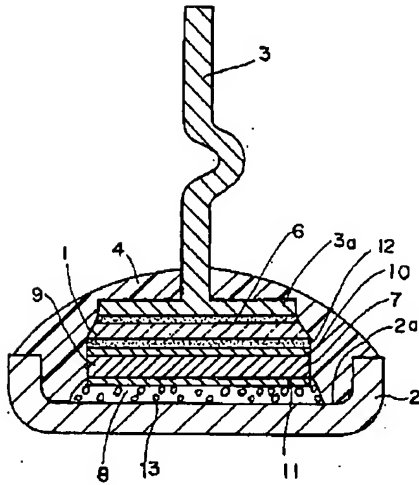
(4)

特開平7-221235

5
・・・支持電極、(2a)・・・凹部、(3)・・・リー
ド電極、(7)・・・金属積層部材、(8)・・・第1の
半田層、(9)・・・インバー、(10)・・・第1の銅

6
層、(11)・・・第2の銅層、(12)・・・第2の半田
層、

【図1】



【図2】

